

COM MESURAR LA SOSTENIBILITAT DE LES NOSTRES ESTRUCTURES? II CONGRÉS UPC SOSTENIBLE 2015

Bernat Viñolas¹ , Antonio Aguado² i Alejandro Josa³

ETS Enginyers de Camins, Canals i Ports
Universitat Politècnica de Catalunya
C. Jordi Girona, 1-3
08034 - Barcelona, Spain
Phone: +34 93 401 65 07

bernat.vinolas@upc.edu¹, antonio.aguado@upc.edu², alejandro.josa@upc.edu³

RESUM

En el tècnic és usual que en sentir parlar de sostenibilitat, adopti una actitud|postura de certa incredulitat, en basar-se amb freqüència els arguments en aspectes qualitius (i en certs casos especulatiu) sense una quantificació efectiva. Això li representa una certa incomoditat i, conseqüentment, un allunyament al tema o, si més no, a una no incorporació d'aquests conceptes en la seva quotidianitat. Ara bé, la sostenibilitat és un concepte mesurable.

En aquesta comunicació, a part d'una reflexió general, es presenta una experiència pionera a nivell internacional com és la quantificació de la sostenibilitat en la nova versió de la Instrucció de l'EHE al denominat Índex de contribució de les estructures a la sostenibilitat (ICES). Aquesta experiència innovadora ha estat fortament impulsada des de la Secretaria Tècnica del Ministeri de Foment, posant de manifest l'existència de voluntat política.

La metodologia emprada ha sigut el Model Integrat de Valor per Avaluacions Sostenibles - MIVES. Es tracta d'una metodologia que utilitza l'anàlisi de valor com a suport a la decisió mitjançant la valoració de diferents alternatives, amb l'objectiu, en particular, de valorar quantitativament la sostenibilitat.

En el model de valoració realitzat, l'índex de sostenibilitat de les estructures de formigó depèn del compliment de diversos criteris com l'ús racional de l'energia emprada (tant per a l'elaboració dels productes de construcció, com per al desenvolupament de l'execució), l'ús de recursos renovables, l'ús de productes reciclats i la minimització dels impactes sobre la naturalesa com a conseqüència de l'execució i la creació de zones de treball saludables. A més, el projecte, l'execució i el manteniment de les estructures de formigó poden tenir en compte altres aspectes com l'amortització dels impactes inicials durant la vida útil de l'estructura, l'optimització dels costos de manteniment, la incorporació de tècniques innovadores resultat d'estratègies empresarials de R + D + i, la formació contínua del personal que participa en les diverses fases de l'estructura, o altres aspectes de caràcter econòmic o social.

Des del punt de vista de la implantació pràctica, es proposen dues etapes de càlcul de l'índex. Una primera corresponent a l'etapa de projecte. Per verificar aquesta

¹ Doctorant en el Departament d' Enginyeria de la Construcció de la UPC.

² Catedràtic d' Universitat. Departament d'Enginyeria de la Construcció de la UPC.

³ Catedràtic d' Escola Universitaria. Departament d'Enginyeria del Terreny de la UPC.

sensibilitat s'ha de complir necessàriament que les mesures, que després s'avaluaran, estiguin: a) Recollides al plec de condicions i altres documents de projecte; b) Valorades econòmicament en el pressupost.

En el cas que no compleixin alguna d'aquestes dues condicions els indicadors posteriors no seran valorats o se situaran a l'esglaó inferior. Una segona etapa corresponent al final de l'obra en el moment de recepció de la mateixa. Amb el mateix es pretén que el grau de compliment en l'execució estigui d'acord amb les prescripcions de projecte.

El grup de treball⁴ que ha redactat aquest Annex confia que, en un futur no molt llunyà, es resolguin les principals limitacions que existeixen avui en dia i es pugui realitzar un model de valoració de la sostenibilitat de l'edificació completa. En tot cas, és necessari ser conscients que es necessita|precisa una important tasca d'investigació i desenvolupament en aquest camp.

INTRODUCCIÓ

En l'entorn tècnic, al parlar de sostenibilitat, amb freqüència s'associa només a aspectes mediambientals, quan la Sostenibilitat és un concepte global, no específic de les estructures de formigó, que requereix que se satisfacin criteris tant mediambientals com altres de caràcter econòmic i social. Conscient d'aquesta preocupació, en la recent revisió de la EHE, la Comissió Permanent del Formigó va plantejar la necessitat d'incorporar criteris de sostenibilitat no només en el marc general del text sinó una avaluació de la contribució de les estructures de formigó a la sostenibilitat, mitjançant un índex anomenat: Índex de contribució de les Estructures a la sostenibilitat (ICES).

La contribució a la sostenibilitat de les estructures de formigó depèn, per tant, del compliment de diversos criteris com l'ús racional de l'energia emprada (tant per a l'elaboració dels productes de construcció, com per al desenvolupament de l'execució), l'ocupació de recursos renovables, l'ocupació de productes reciclats i la minimització dels impactes sobre la naturalesa com a conseqüència de l'execució i la creació de zones de treball saludables. A més, el projecte, l'execució i el manteniment de les estructures de formigó poden tenir en compte altres aspectes com l'amortització dels impactes inicials durant la vida útil de l'estructura, l'optimització dels costos de manteniment, la incorporació de tècniques innovadores resultat d'estratègies empresarials d'I+D+I, la formació contínua del personal que participa en les diverses fases de l'estructura, o altres aspectes de caràcter econòmic o social.

Aquest Annex defineix un índex de contribució de l'estructura a la Sostenibilitat (ICES), obtingut a partir de l'índex de sensibilitat mediambiental de la mateixa (ISMA), establint procediments per a estimar-los quan així ho decideixi la Propietat.

⁴ El grup de treball que ha preparat el Annexa de la EHE titulat *Índex de Contribució de la Estructura a la Sostenibilidad (ICES)* ha estat constituït per els següents tècnics: Antonio Aguado, Bibiana Alarcón, Pere Alavedra, Javier Ainchil, Ferran Bermejo, Antonio Blázquez, Manuel Burón, Alfredo del Caño, Sergio Carrascón, José M^a. Carrau, Jesús Cuadrado, Oriol Cugat, Carlos Fernández, Rafael Fuertes, Antonio Hospitaler, Isaac Garrucho, Alejandro Josa, Ramón Losada, Resmundo Manga, Domènec Masó, Antonia Pacios, Fernando Rodríguez, Joaquín Rodríguez, Eduardo Rojí, Tomás San José, havent actuat Antonio Aguado com a coordinador del mateix.

Els criteris, als quals fa referència aquest Annex, es refereixen exclusivament a activitats relatives a l'estructura de formigó. Al ser aquesta un element emmarcat freqüentment en el conjunt d'una obra de major envergadura (edifici, carretera, etc.), l'Autor del Projecte i la Direcció facultativa haurien de vetllar, si escau, per la coordinació d'aquests criteris pel que fa als quals s'adoptin per a la resta de l'obra.

L'objecte de la present comunicació és presentar les bases que ha donat lloc al citat annex (EHE, 2008), el qual va constituir una experiència pionera en aquest àmbit a nivell mundial, que entenem pot tenir associat, al mateix temps, una gran component de formació en aquest tema en el propi sector i, representar un exemple a imitar.

SOSTENIBILITAT: ASPECTES GENERALS

Comunament es defineix desenvolupament sostenible com aquell que satisfà les necessitats de les generacions actuals sense reduir les possibilitats de les generacions futures de satisfer les seves (ONU,1987). El desenvolupament sostenible ha de basar-se en la utilització preferent de recursos renovables i requereix que la taxa d'esgotament dels recursos no renovables exclogui el menor nombre possible d'opcions futures. En conseqüència, no ha de posar en perill els sistemes naturals que sostenen la vida en la Terra: l'atmosfera, les aigües, els sòls i els éssers vius.

En aquest sentit, una activitat seria sostenible quan pot ser desenvolupada de forma continuada en el temps, de manera que el desenvolupament actual d'aquesta activitat no comprometi les possibilitats de les pròximes generacions per a seguir satisfent les seves necessitats. Això inclou, entre altres coses, consumir solament aquells recursos naturals que siguin imprescindibles, i fer-lo en la menor quantitat possible.

El concepte de sostenibilitat és molt ampli, i la paraula “consum” cal entendre-la com qualsevol disminució de, o perjudici per a, els recursos disponibles i entronca així, directament, amb la protecció del medi ambient.

Òbviament qualsevol activitat amb pretensions de desenvolupar-se permanentment necessita ser acceptada socialment i ha d'englobar, a la satisfacció d'una necessitat requerida per la societat, unes condicions en el seu desenvolupament que mereixin una valoració positiva de la mateixa, és a dir unes condicions de tipus social tals com les condicions de treball en les quals les persones desenvolupen aquesta activitat, i altres de caràcter econòmic que la facin viable. En conseqüència, formen part del concepte de sostenibilitat:

- Aspectes d'estalvi d'energia, de materials o d'altres recursos naturals.
- Aspectes mediambientals.
- Aspectes socials.
- Aspectes econòmics.

Com concepte, la sostenibilitat és un valor i pot establir-se un paràmetre relatiu a la mateixa per al seu ús en la realització de comparances i presa de decisions. En aquestes comparances es pot determinar si una activitat és més, menys o igualment sostenible que una altra. La mateixa necessitat, amb idèntics requisits, se satisfà d'una manera igual, més o menys sostenible que amb altre producte o procediment.

Aquesta comparança s'hauria de fer globalment, integrant en ella la totalitat dels aspectes a considerar. Això duu a la necessitat de realitzar-la en un període llarg de temps en el qual es produeixin totes les circumstàncies previsibles i es manifestin tots els aspectes valorables. Aquest període s'identifica amb el cicle de vida del producte que es crea per a satisfer aquesta necessitat. Aquest producte final genera, al llarg de la seva vida útil, un conjunt de consums per a:

- La producció de les matèries primeres.
- L'elaboració del producte final com a tal.
- L'ús d'aquest producte per part dels usuaris.
- La reducció de residus, quan el producte final queda obsolet i inservible.

La suma de tots els consums, dividida pel temps de vida útil durant el qual aquest producte ha servit a la societat (als usuaris), dóna una idea de l'índex de sostenibilitat del producte avaluat.

Per tant, per a mesurar la sostenibilitat és necessari acordar, prèviament, un model de quantificació i tractament de l'anàlisi del cicle de vida, en el qual s'estableixin els criteris de ponderació i valoració. La sostenibilitat només es pot quantificar després del balanç de consums al llarg de tota la vida útil de l'obra, pel que a més dels costos d'execució d'aquesta obra (primera instal·lació) és imprescindible valorar, a manera de previsió, els costos de manteniment, conservació i utilització per part de l'usuari. Amb freqüència, la incidència dels costos posteriors als corresponents a la "primera instal·lació" resulta representativa. En general, la sostenibilitat augmenta quan:

- Disminueix el consum de materials.
- Disminueix el consum d'energia per a produir els materials.
- S'aprofiten materials procedents de processos de reciclat.
- Disminueix la despesa de conservació i manteniment.
- Disminueix el cost d'utilització de l'obra acabada per part de l'usuari.
- Augmenta la vida útil (vida de servei) de l'obra, excepte quan sigui estrictament necessari que la construcció tingui una limitació en la seva vida útil, com pot succeir en alguns projectes industrials.
- L'obra s'executa considerant adequadament tots els aspectes socials.

LIMITACIONS ACTUALS EN L'AVALUACIÓ

Existeix una certa experiència per a la determinació i quantificació, per diferents procediments, de molts dels aspectes d'estalvi, socials, mediambientals i econòmics que formen part del concepte de sostenibilitat.

En el projecte i execució d'una obra, l'estructura de la mateixa té una influència relativa en el còmput general de la sostenibilitat. És més, la definició de l'estructura ve determinada generalment pels altres condicionaments del projecte. Per això, no té sentit plantejar de manera aïllada la sostenibilitat de l'estructura sinó que s'ha d'analitzar com part interrelacionada amb el conjunt del projecte.

Actualment, en general, existeixen limitacions a l'hora d'avaluar determinats aspectes que incideixen en un potencial índex de sostenibilitat d'una estructura. Per exemple, i

entre uns altres, durant els treballs per a redactar aquest Annex es va descartar un paràmetre per a valorar la idoneïtat de la tipologia estructural. És obvi que existeixen diferents tipologies estructurals que poden ser més eficients que unes altres en casos concrets. Una estructura té una eficiència estructural major que una altra quan resisteix més càrregues que la segona, complint tots els restants requisits de projecte. En altre sentit, una estructura té una eficiència major que una altra quan resisteix les mateixes càrregues que la segona amb una menor utilització de materials, complint també tots els restants requisits de projecte. I l'estalvi de materials és un dels aspectes que influeix en la sostenibilitat estructural. Però, avui dia, no existeix una base de dades adequada que, sent inclosa en aquest Annex, pogués ser usada per a avaluar la sostenibilitat d'una estructura en aquest aspecte.

A més, l'elaboració de taules o bases de dades per a l'avaluació d'aquests i altres aspectes en els quals existien situacions similars suposava un esforç i, amb això, un termini que feia inviable que la nova versió de la EHE veiés la llum, incloent un Annex molt complet o extens relacionat amb la sostenibilitat.

L'exclusió de diferents paràmetres com els anteriorment citats suposa la impossibilitat de construir un model suficientment complet. No obstant això, actualment existeix una demanda social real de projectes que tinguin el major valor possible a l'efecte de sostenibilitat. Per això, en aquesta etapa, s'ha optat per fer un esforç inicial major a valorar la sensibilitat mediambiental amb la qual hauria de plantejar-se l'estructura, amb l'objectiu de disposar d'una base parcial que serveixi per a abordar en tota la seva complexitat la sostenibilitat d'una obra una vegada es disposi d'un desenvolupament similar sobre tots els components i fases d'un projecte. Tot l'anterior ha dut a la consideració del model simplificat que aquí es presenta.

El grup de treball que ha redactat aquest Annex confia que, en un futur no molt llunyà, es resolguin les principals limitacions que existeixen avui dia. En tot cas, és necessari ésser conscients que es precisa una important tasca d'investigació i desenvolupament en aquest camp.

Des del punt de vista de la implantació pràctica, es proposen dues etapes de càlcul de l'índex de sensibilitat mediambiental. Una primera corresponent a l'etapa de projecte, en el qual s'avalua la sensibilitat mediambiental incorporada en el projecte. Per a verificar aquesta sensibilitat mediambiental s'ha de complir necessàriament que les mesures, que després s'avaluaran, estiguin:

- Recollides en el plec de condicions i altres documents de projecte.
- Valorades econòmicament en el pressupost.

En el cas que no compleixin alguna d'aquestes dues condicions els indicadors posteriors no seran valorats o se situaran en el graó inferior.

Una segona etapa corresponent al final de l'obra en el moment de recepció de la mateixa, que es denomina índex de sensibilitat mediambiental d'execució. Amb el mateix es pretén que el grau de compliment en l'execució estigui d'acord amb les prescripcions de projecte.

CARACTERÍSTIQUES DE L'ANNEX ICES

Les fases principals del treball realitzat són:

- Anàlisi de valor com a eina de valoració.
- Definició precisa dels límits del sistema.
- Definició de l'arbre de pressa de decisió.
- Definició d'un índex en projecte i comprovar el corresponent a la recepció de l'obra.
- Càlcul de l'Índex de Sensibilitat Mediambiental (ISMA) i / o Índex de Contribució de les Estructures a la Sostenibilitat (ICES).
- Realització d'un Programa de suport.

Anàlisi de valor com a eina de valoració

Per a la determinació de l'índex ICES, dins d'un plantejament multicriteri s'ha adoptat la formulació del valor d'acord amb la metodologia MIVES (Aguado, Manga y Ormazábal, 2006; Rojí, 2006), el que permet un major rigor matemàtic. En aquest context el valor s'entén com un cas particular del concepte d'utilitat, en condicions d'absència d'incertesa. D'aquesta manera es defineix una funció de valor $v(x)$ que expressa la preferència (expressada com puntuació) que el decisor assigna a cada un dels valors del paràmetre x considerat. Per al cas multicriteri s'introdueix la formulació additiva simple, és a dir,

$$v(x) = \sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i)$$

on $v(x_i)$ són les funcions de valor de cadascun dels criteris, atributs considerats i k_i els seus pesos o coeficients d'importància relativa.

Aquestes funcions de valor, associades a cada indicador, ens permeten homogeneïtzar el problema, en traduir el valor en unitats adimensionals entre 0 i 1. Amb això, al sumar posteriorment, es poden barrejar peres i pomes per obtenir un resultat tangible i mesurable, tal com s'intenta expressar a la figura 1.

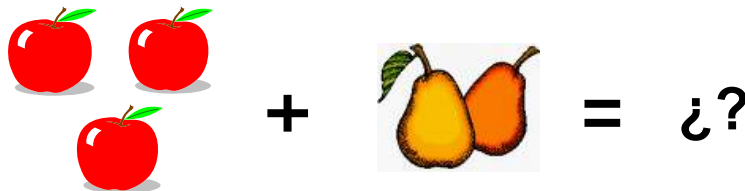


Figura 1. Mitjançant anàlisi de valor i mitjançant les funcions de valor, "s'aconsegueix" sumar peres i pomes en un producte homogeni

Definició precisa dels límits del sistema

Per a un correcte ús d'aquest tipus d'eines és necessària una acurada definició dels límits del sistema, és a dir, especificar que s'inclou en la valoració a realitzar. En aquest cas s'han pres dues branques principals que són el material com a producte i les mesures per reduir impactes.

Pel que fa a la primera branca, el producte es considera col·locat, és a dir si es treballa amb un m³ de formigó, aquest es considera col·locat, per incloure totes les fases del procés (material i execució), ja que poden ser diferents subjectes qui intervinguin i amb diferents responsabilitats. Aquest plantejament és important, ja que per diferents sistemes constructius es dona oportunitat d'assolir el màxim de puntuació i, si es fes desagregat o bé considerant límits imprecisos això no seria possible el que podria donar greuges comparatius entre un sector i altre.

Arbre de decisions

A la taula 1 es presenta el desplegament de l'arbre de decisions, en tres nivells: requeriments, criteris e indicadors. En ell s'observa que cada branca no està molt estesa, és a dir hi ha molts elements de comparació al mateix nivell. Això respon a la filosofia de que pocs elements són principals, i que l'ocupació d'un nombre excessiu, a part d'augmentar el treball innecessàriament, dilueix la importància dels elements principals. En aquesta figura també es donen els pesos associats a cadascun d'ells.

Producte 60%	Tipus de producte bàsic 22%	Tipus de formigó 50%
		Tipus d'armadura emprada 50%
	Optimització de productes bàsics 33%	Racionalització de l'armat 25%
		Nivell de control especificat 75%
	Preservació de recursos 45%	Utilització àrids reciclats 33%
		Optimització del conglomerants 67%
Mesures per reduir impactes 40%	Impacte entorn humà 25%	Mesures per a control impactes 100%
	Impacte en l'ambient 75%	Mesures per gestionar residus 67%
		Mesures per gestionar aigua 33%

Taula 1. Arbre de presa de decisions adoptat i pesos associats

Per a l'assignació de pesos en cadascun dels nivells, dins d'àmbits homogenis, per exemple, indicadors d'un mateix criteri, s'ha combinat el sistema de puntuació directa,

quan el nombre d'elements a comparar era menor o igual a 2, i el de matemàtica jeràrquica de processos (AHP) (Saaty, 1980).

Definició d'un índex en projecte i comprovació d'aquest índex a la recepció de l'obra

Per tal d'evitar picaresca de definir en projecte escenaris de màxims que després no es puguin complir en l'obra, el plantejament és obtenir l'índex tant en projecte com a obra, per fer una comparació posterior.

En projecte es valoraran les mesures que estiguin contemplades en el Plec de Condicions Tècniques, amb el consegüent reflex econòmic en el pressupost. S'entén que aquest plantejament és satisfactori ja que s'eviten el voluntarisme i la rectificació posterior de preus si es requereix alguna cosa no prevista i pressupostada.

En obra es valorarà el seguiment dels requeriments, ara bé, s'admeten que hi pot haver alguns canvis, usuals en les obres, si bé mantenint el rang de l'índex. Si no és possible complir algun dels nivells requerits en algun dels indicadors, caldrà millorar en altres indicadors, de manera que l'índex final estigui en el mateix rang. No obstant això, s'han de preveure polítiques de penalització en el cas d'incompliments no justificats, ja que serà fruit d'un incompliment de contracte. Aquesta responsabilitat correspondrà al Director d'Obra.

Índex de Sensibilitat Mediambiental (ISMA) i / o Índex de Contribució de les Estructures a la Sostenibilitat (ICES)

El treball principal del grup s'ha desenvolupat en l'elaboració de l'Índex de Sensibilitat Mediambiental (ISMA), si bé en la etapes finals del mateix es va passar al Índex de contribució de les estructures a la sostenibilitat (ICES), en una visió més àmplia. Qualsevol dels dos indicadors, és un primer pas en la direcció de la integració d'aspectes mediambientals o de sostenibilitat en l'anàlisi estructural. El plantejament en l'arbre realitzat per al ISMA és totalment adaptable per introduir aspectes econòmics o aspectes socials, si bé en aquesta ocasió es realitzi de forma simplificada mitjançant la següent aproximació:

$$ICES = a + b * ISMA \leq k * ISMA \leq 1$$

on: a, és el coeficient de contribució social, obtingut com a suma dels coeficients indicats a la taula 2 adjunta, segons els subcriteris que siguin aplicables

Subcriteri considerat	En projecte	En execució
El Constructor aplica mètodes innovadors que siguin resultats de projectes de R + D + i realitzats en els últims 3 anys.	$a_1 = 0$	$a_1 = 0.02$
Almenys, el 30% del personal que treballa a la execució de l'estructura ha tingut cursos de formació específica en aspectes tècnics, de qualitat o mediambientals.	$a_2 = 0$	$a_2 = 0.02$
S'adopten mesures voluntàries de seguretat i salut addicionals a les establertes reglamentàriament per a l'execució de l'estructura.	$a_3 = 0$	$a_3 = 0.04$
S'elabora una pàgina web pública i específica per l'obra per tal d'informar al ciutadà, incloent les seves característiques i terminis d'execució, així com les seves implicacions econòmiques i socials.	$a_4 = 0.01$	$a_4 = 0.02$
Es tracta d'una estructura inclosa en una obra declarada com d'interès general per l'Administració Pública competent.	$a_5 = 0.04$	$a_5 = 0.04$

Taula 2. Coeficient a per el càlcul de l' ICES

b , es el coeficient de contribució per extensió de la vida útil, obtingut d' acord

$$b = \frac{t_g}{t_{g,min}} \leq 1,25$$

on: t_g és la vida útil realment contemplada en el projecte per a l'estructura, dins dels rangs contemplats en l'article 5 de la EHE.

$t_{g,min}$ és el valor de la vida útil establert en l'apartat 5.1 de la EHE per al corresponent tipus d'estructura

k , és el coeficient que té en compte les peculiaritats del tipus d'estructura adoptant el valor de $k = 1,50$ per a obres d'enginyeria civil i de $k = 2,00$ per a obres d'edificació

A partir del ICES, es pot classificar la contribució de l'estructura a la sostenibilitat, d'acord amb els nivells següents:

- Nivell A: $0,81 \leq ICES \leq 1,00$
- Nivell B: $0,61 \leq ICES \leq 0,80$
- Nivell C: $0,41 \leq ICES \leq 0,60$
- Nivell D: $0,21 \leq ICES \leq 0,40$
- Nivell E: $0,00 \leq ICES \leq 0,20$

on A és l'extrem màxim de l'escala (màxima contribució a la sostenibilitat).

CONCLUSIONS

A través d'aquestes línies s'ha posat de manifest la possibilitat d'avaluar la contribució de les estructures a la sostenibilitat, o dit d'altra manera, en una visió més transversal, la integració d'aspectes mediambientals, econòmics i socials en un context d'anàlisi estructural. L'annex que inclou la nova EHE és una experiència pionera en l'àmbit mundial.

Com experiència pionera es poden trobar algunes dificultats que s'han tractat de minimitzar amb el desenvolupament d'un programa que faciliti l'avaluació. No obstant això els beneficis potencials d'aquest plantejament superen de manera significativa les dificultats. S'espera o desitja un ampli ús dels tècnics de tal forma que ajudin a la seva difusió i millora.

Aquesta avaluació es realitza tant en projecte com posteriorment en la recepció de l'obra per a verificar el grau de compliment, existint una política d'actuació per al cas de desviacions.

AGRAÏMENTS

Des d'aquestes línies es vol agrair a tots els membres el suport que han prestat i l'entusiasme amb el qual han realitzat la tasca, el que ha fet fàcil tant la coordinació com el secretariat del grup. Així mateix es vol agrair a D. José Manuel Gálligo, com a coordinador del grup de materials la invitació a treballar en el tema de sostenibilitat i a D. Fernando Rodríguez, el suggeriment d'avaluar la mateixa, el que finalment s'ha plasmat en l'ICES. També es vol agrair a tots els components de l'equip MIVES i al MEyC (projecte BIA2005-09163-C03-01), les col·laboracions i ajudes prestades per al desenvolupament de la metodologia MIVES utilitzada per el càlcul de l'ICES.

BIBLIOGRAFIA

AGUADO, A., MANGA, R. y ORMAZÁBAL, G. (2006). "Los aspectos conceptuales del proyecto MIVES". *La medida de la sostenibilidad en edificación industrial. Modelo integrado de Valor en Edificios Sostenibles (MIVES)*, LABEIN. UPV-EHU UPC, págs. 249-271.

EHE. Instrucción de Hormigón Estructural. Anejo 13. Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad (2008).

ONU. *Informe Brundtland titulado Nuestro Futuro Común*. Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (1987).

ROJÍ, E. (Ed.) (2006). *La medida de la sostenibilidad en edificación industrial. Modelo integrado de Valor en Edificios Sostenibles (MIVES)*. Barcelona: LABEIN. UPV-EHU UPC.

Saaty, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York (1980).